

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-214963

(P 2 0 0 3 - 2 1 4 9 6 3 A)

(43) 公開日 平成15年 7月30日 (2003. 7. 30)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード (参考)

G01L 1/26

G01L 1/26

Z 3C007

B25J 19/02

B25J 19/02

G01L 1/02

G01L 1/02

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2002-10018(P 2002-10018)

(22) 出願日 平成14年 1月18日 (2002. 1. 18)

(71) 出願人 301021533

独立行政法人産業技術総合研究所

東京都千代田区霞が関 1-3-1

(71) 出願人 591210600

川田工業株式会社

富山県東砺波郡福野町苗島4610番地

(72) 発明者 金子 健二

茨城県つくば市東 1-1-1 独立行政法

人産業技術総合研究所つくばセンター内

(74) 代理人 100072453

弁理士 林 宏

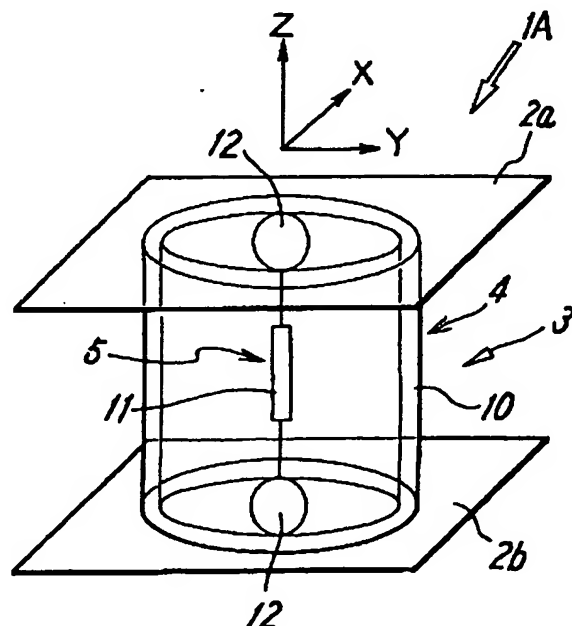
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 低剛性力検出方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 衝撃吸収手段と力検出手段とを一体化した吸収検出機構を使用することにより、大きな衝撃力が作用した場合でも破損するおそれのない低剛性力検出装置を得る。

【解決手段】 衝撃力の作用によって互いの間隔が変化する方向に変位する一対の相対する基板 2a、2b の間に、衝撃吸収手段 4 と力検出手段 5 とが一体となった吸収検出機構 3 を少なくとも一つ介設し、両基板 2a、2b 間に作用する衝撃力を上記衝撃吸収手段 4 の弾性力によって吸収しながら、両基板 2a、2b 間の力を上記力検出手段 5 で検出する。



BEST AVAILABLE COPY

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】衝撃力の作用によって互いの間隔が変化する方向に変位する一対の相対する基板の間に、衝撃吸収手段と力検出手段とが一体となった吸収検出機構を少なくとも一つ介設し、両基板間に作用する衝撃力を上記衝撃吸収手段の弾性力によって吸収しながら、両基板間の力を上記力検出手段で検出することを特徴とする低剛性力検出方法。

【請求項2】上記衝撃吸収手段がゴム弾性を有する柱状の低剛性部材であると共に、力検出手段が変位センサーであって、低剛性部材の長さ方向の歪みに応じた力をこの変位センサーで計測することを特徴とする請求項1に記載の低剛性力検出方法。

【請求項3】上記衝撃吸収手段が作動流体を封入した圧力チャンパーであると共に、力検出手段が圧力センサーであって、上記圧力チャンパー内の圧力をこの圧力センサーで力として検出することを特徴とする請求項1に記載の低剛性力検出方法。

【請求項4】衝撃力の作用によって互いの間隔が変化する方向に変位可能な一対の相対する基板と、これらの基板間に介設された少なくとも一つの吸収検出機構とを含み、この吸収検出機構が、上記両基板間に作用する衝撃力を弾性力によって吸収する衝撃吸収手段と、両基板間の力を検出する力検出手段とを一体に備えていることを特徴とする低剛性力検出装置。

【請求項5】上記衝撃吸収手段が、ゴム弾性を有する柱状の低剛性部材により形成されると共に、力検出手段が、上記低剛性部材の長さ方向の歪みに応じた力を検出する変位センサーにより形成されていることを特徴とする請求項4に記載の低剛性力検出装置。

【請求項6】上記衝撃吸収手段が両基板間に形成されて作動流体が封入された圧力チャンパーであり、また力検出手段が、この圧力チャンパー内の圧力を力として検出する圧力センサーであることを特徴とする請求項4に記載の低剛性力検出装置。

【請求項7】上記一対の基板が、Z軸方向への相対的な変位と、X軸及びY軸回りの相対的な変位については自由度を有しているが、Z軸回りの相対的な変位と、X軸方向及びY軸方向への相対的な変位は規制されていることを特徴とする請求項4から6までの何れかに記載の低剛性力検出装置。

【請求項8】上記一対の基板のうち一方の基板が、複数の側辺に、弧状の凹部とこの凹部の内周面の一部に形成された突条とを有すると共に、他方の基板が、上記凹部に嵌合して突条に接触する柱状のストッパを有し、これらの凹部及び突条とストッパとによって上記基板が、Z軸回りの相対的な変位とX軸方向及びY軸方向への相対的な変位を規制されると共に、Z軸方向への相対的な変位とX軸及びY軸回りの相対的な変位については自由度を有するように配設されていることを特徴とする請求項

7に記載の低剛性力検出装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、低剛性力検出方法及び装置に関するものであり、特に、脚式ロボットの姿勢の安定制御を行うために、この脚式ロボットの足部と接地面との間の力やトルク等の計測を行う場合などに好適に利用することができる、低剛性力検出方法及び装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】例えば、ロボットマニピュレータにより外部へ加えられる力や脚式ロボットの接地力等を計測するため、従来より、比較的剛性の高い機構に例えば歪ゲージを貼り付けて応力を計測し、それによって力やトルク等を検出するようにした力検出装置が用いられている。この検出装置は、ロボットの高精度な位置や力の制御を実現するため従前より、ロボット全体の剛性を大幅に低くすることなく力を検出できる装置及びシステムが求められてきたことから、このような要求に合致したものであった。

【0003】ところが、上述した従来の技術の問題点は、大きな衝撃力が作用したとき力検出装置が破損し易いという点である。特に、この力検出装置を脚式ロボットの接地力計測に利用した場合、ロボットの全体重及び衝突速度に比例する力が検出装置に作用するため、この力検出装置が破損する可能性は高く、頻繁な交換を必要とする。

【0004】一方で、一部のロボット、特に脚式ロボットの場合に、リンクと外部環境が衝突するときの衝撃力を吸収するため、例えばゴムブッシュ機構等の低剛性の衝撃力吸収機構を備える方式及びシステムが使われるようになり、有望な装置となりつつある。このような機構を用いる場合、機構全体の剛性は相対的に低くなるので、従来のような高剛性の力検出機構を用いる必要性は低くなる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明の技術的課題は、衝撃吸収手段と力検出機構とを一体化して使用することにより、大きな衝撃力が作用した場合でも力検出機構の破損を生じるおそれがない、低剛性力検出のための技術を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明によれば、衝撃力の作用によって互いの間隔が変化する方向に変位する一対の相対する基板の間に、衝撃吸収手段と力検出手段とが一体となった吸収検出機構を少なくとも一つ介設し、両基板間に作用する衝撃力を上記衝撃吸収手段の弾性力によって吸収しながら、両基板間の力を上記力検出手段で検出することを特徴とする低剛性力検出方法が提供される。

【0007】このような本発明の方法によれば、衝撃吸収手段で衝撃力を吸収しながら両基板間に加わる力を力検出手段で検出するようにしているため、大きな衝撃力が作用した場合でも検出装置が破損するおそれがない。

【0008】本発明の一つの具体的方法によれば、上記衝撃吸収手段がゴム弾性を有する柱状の低剛性部材からなると共に、力検出手段が変位センサーからなっていて、上記低剛性部材の長さ方向の歪みに応じた力がこの変位センサーで計測される。

【0009】本発明の他の具体的方法によれば、上記衝撃吸収手段が作動流体を封入した圧力チャンバーであると共に、力検出手段が圧力センサーであって、上記圧力チャンバー内の圧力をこの圧力センサーで力として検出される。

【0010】また、上記方法を実施するため、本発明によれば、衝撃力の作用によって互いの間隔が変化する方向に変位可能な一対の相対する基板と、これらの基板間に介設された少なくとも一つの吸収検出機構とを含み、この吸収検出機構が、上記両基板間に作用する衝撃力を弾性力によって吸収する衝撃吸収手段と、両基板間の力を検出する力検出手段とを一体に備えていることを特徴とする低剛性力検出装置が提供される。

【0011】本発明の一つの具体的な実施形態によれば、上記衝撃吸収手段が、ゴム弾性を有する柱状の低剛性部材で形成されると共に、力検出手段が、この低剛性部材の長さ方向の歪みに応じた力を検出する変位センサーで形成される。

【0012】本発明の他の具体的な実施形態によれば、上記衝撃吸収手段が、両基板間に形成されて作動流体が封入された圧力チャンバーであり、また力検出手段が、この圧力チャンバー内の圧力を力として検出する圧力センサーである。

【0013】本発明においては、上記一対の基板が、Z軸方向の相対的な変位と、X軸及びY軸の回りの相対的な変位については自由度を有しているが、Z軸の回りの相対的な変位と、X軸方向及びY軸方向への相対的な変位は規制されている。具体的には、上記一対の基板のうち一方の基板の複数の側辺に、弧状の凹部とこの凹部の内周面の一部に形成された突条とを設け、他方の基板には、上記凹部に嵌合して突条に接触する柱状のストッパを設けることにより、上記一対の基板のZ軸回りの相対的な変位とX軸方向及びY軸方向への相対的な変位を規制すると共に、Z軸方向への相対的な変位とX軸及びY軸回りの相対的な変位については自由度を有するように構成している。

【0014】

【発明の実施の形態】図1は本発明の低剛性力検出装置の第1実施例を原理的に示すもので、この検出装置1Aは、相対する一対の基板2a、2bと、これらの基板2a、2b間に介設された吸収検出機構3とを有してい

る。

【0015】上記両基板2a、2bは、実質的に平行を保ったまま相互間の間隔が変化する方向に変位自在なるように配設されている。換言すれば、これらの基板2a、2bは、それらと直交するZ軸方向に相対的に変位自在で、その他の方向、即ち、基板2a、2bと平行で互いに直交するX軸方向及びY軸方向への相対的な変位と、X軸とY軸及びZ軸の回りの回転方向変位に対しては、図示しないストッパー等の手段で規制されることによって剛性が高められている。しかし、X軸及びY軸回りの変位については、若干の自由度を持っても良い。

【0016】一方の上記吸収検出機構3は、衝撃吸収手段4と力検出手段5とを一体化することにより形成されている。このうち衝撃吸収手段4は、ゴムブッシュのようなゴム弾性を有する中空円柱状の低剛性部材10により形成されていて、この低剛性部材10が上記両基板2a、2b間に取り付けられ、その長さ方向の弾性歪みによって両基板2a、2b間に作用する衝撃力を吸収するものである。また、上記力検出手段5は、直線方向の変位を計測できる変位センサー11からなっていて、この変位センサー11が、上記低剛性部材10の内部に收容されると共に、その両端がボールジョイント12、12を介して上記両基板2a、2bに連結され、この変位センサー11で上記低剛性部材10の長さ方向の歪みを計測することにより、両基板2a、2b間に加わるZ軸方向の直動力を検出できるように構成されている。この吸収検出機構3は複数設けることができる。

【0017】上記構成を有する低剛性力検出装置1Aは、両基板2a、2b間に作用する衝撃力を低剛性部材10の弾性力によって吸収しながら、この低剛性部材10の圧縮に伴う長さ方向の歪みを上記変位センサー11で計測することにより、両基板2a、2b間に加わる力を検出することができる。このため、両基板2a、2b間に大きな衝撃力が作用した場合でも、検出装置が破損するおそれはない。

【0018】なお、上記低剛性部材10は、ゴム弾性によって衝撃を吸収できるものであれば、その素材や形状あるいは中空か非中空かといったようなことは任意である。一方、変位センサー11も、リニアポテンショメーターやリニアエンコーダーあるいはレーザ変位センサーなど、直線的な変位を検出できるものであればどのようなものでも良く、また、この変位センサーは必ずしも低剛性部材10の内部に設ける必要はなく、その外部に配置することもできる。

【0019】図2及び図3は本発明の第2実施例を示すもので、この第2実施例の検出装置1Bが上記第1実施例の検出装置1Aと相違する点は、吸収検出機構3の衝撃吸収手段4が圧力チャンバー15により形成されると共に、力検出手段5が圧力センサー16により形成され

ているという点である。即ち、実質的に平行に配置された一対の基板2a、2bの間には、ゴムや合成樹脂のような非通気性と柔軟性と好ましくはゴム弾性とを備えた素材で形成された外皮17が取り付けられ、この外皮17内に空気や水、油等の作動流体が封入された上記圧力チャンパー15が形成されている。また、一方の基板2aには、上記圧力チャンパー15の圧力を力として検出する上記圧力センサー16が取り付けられていて、この圧力センサー16と圧力チャンパー15とが連通路15aで結ばれている。

【0020】この検出装置1Bにおいては、両基板2a、2b間に作用する衝撃力を上記圧力チャンパー15の弾性変形によって吸収しながら、この圧力チャンパー15内の圧力を圧力センサー16で計測することにより、上記両基板2a、2bの間に作用する直動変位方向の力を検出することができる。

【0021】図4は本発明の第3実施例を示すもので、この第3実施例の検出装置1Cは、回転方向の力を検出するように構成されている点で、上記第1実施例と相違している。即ち、二つの基板2a、2bが、X軸を中心にして相互間の角度（間隔）が変わる方向に相対的に変位自在なるように配設され、これらの基板2a、2bの間に、衝撃吸収手段4と力検出手段5とが一体になった吸収検出機構3が少なくとも一つ介設されている。上記基板2a、2bは、X軸の位置で互いに連結されているとは限らない。

【0022】上記衝撃吸収手段4は、ゴム弾性を有する中空円柱状の低剛性部材20からなっていて、その両端は、両基板2a、2bの傾斜に合わせて斜めにカットされている。また、上記力検出手段5は、回転方向の変位を計測できる変位センサー21からなっていて、この変位センサー21が、上記低剛性部材20の内部に收容されると共に、その両端がボールジョイント22、22を介して上記両基板2a、2bに連結され、この変位センサー21で上記低剛性部材20の回転方向の歪みを計測することにより、両基板2a、2b間に加わる回転方向の力即ちトルクを検出できるように構成されている。それ以外は実質的に第1実施例と同様である。

【0023】なお、この第3実施例においても、上記低剛性部材20は、ゴム弾性によって衝撃を吸収できるものであればその素材や形状等は任意である。また、変位センサー21も、ロータリーポテンシオメーターやロータリーエンコーダーなど、回転変位を検出できるものであればどのようなものでも良く、さらにこの変位センサー21は、必ずしも低剛性部材20の内部に設ける必要はなく、外部に配置することもできる。

【0024】図5は本発明の第4実施例を示すもので、この第4実施例の検出装置1Dが上記第3実施例の検出装置1Cと異なる点は、衝撃吸収手段4が圧力チャンパー25により形成されると共に、力検出手段5が圧力セ

ンサー26により形成されている点である。即ち、X軸を中心に回転方向に変位自在の一対の基板2a、2bの間には、非通気性と柔軟性と好ましくはゴム弾性とを備えた素材からなる外皮27が取り付けられ、この外皮27内に空気や水、油等の作動流体が封入された上記圧力チャンパー25が形成されている。また、一方の基板2a、2bには、上記圧力チャンパー25の圧力を力として検出する上記圧力センサー26が取り付けられていて、この圧力センサー26と圧力チャンパー25とが連通路25aで結ばれている。それ以外は実質的に第2実施例と同様である。

【0025】この検出装置1Dにおいても、両基板2a、2b間に作用する衝撃力を圧力チャンパー25の弾性力により吸収しながら、この圧力チャンパー25内の圧力を圧力センサー26で計測することにより、上記両基板2a、2bの間に作用する回転方向の力を検出することができる。

【0026】図6は本発明の第5実施例を示すもので、この検出装置1Eは、第1及び第2の二つの基板2a、2bの間に複数の吸収検出機構3を設けたものである。この例では、両基板2a、2bの間に4組の吸収検出機構3が、4角形の4隅に位置するような位置関係に設置されている。これらの吸収検出機構3は、第1実施例のように低剛性部材10と変位センサー11とを組み合わせたものでも、第2実施例のように圧力チャンパー15と圧力センサー16とを組み合わせたものでも良く、また、それらを併用しても良い。

【0027】上記第1の基板2aの相対する一対の側辺の中央部には、それぞれ円弧状の凹部30が形成され、これに対して第2の基板2bには、上記凹部30に係合する円柱状のストッパー31が設けられ、これらの凹部30とストッパー31とによって両基板2a、2bが、Z軸の回りの相対的な回転と、X軸方向及びY軸方向への相対的な平行移動に対しては、それらの変位が規制されることによって高剛性を有するように構成されている。また、上記凹部30の内周面の一部には、上記ストッパー31の外周面に円弧接触する弧状の断面を有する突条34が備えられている。従って両基板2a、2bは、Z軸方向には相対的に変位自在であり、また、X軸回り及びY軸の回りの相対的な回転変位については、上記突条34によってある程度の自由度が与えられ、剛性は若干低くなっている。図中32は制御装置で、上記吸収検出機構3からの検出信号を受けて力あるいはトルクを算出すると共に、ロボット等の制御信号を得るものである。このような制御装置は、上記第1～第4実施例の検出装置にも設けられる。

【0028】上記構成を有する検出装置1Eは、例えば脚式ロボットの足部の機構に使用するのに適している。そして、吸収検出機構3が低剛性部材10と変位センサー11とを組み合わせたものである場合には、低剛性部

材10の変形による長さの変化を変位センサー11で計測することにより、また、吸収検出機構3が圧力チャンパー15と圧力センサー16とを組み合わせたものである場合には、この圧力チャンパー15内の圧力を圧力センサー16で計測することにより、上記両基板2a、2bの間に加わる力を検出することができる。

【0029】この場合、足底の応力分布を台形近似してZ軸方向の力、即ち鉛直力を求めるとすると、この鉛直力 $F_z$ は、

$$F_z = \alpha (P_1 + P_2 + P_3 + P_4)$$

により求めることができる。ここに、 $\alpha$ は比例係数、 $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $P_4$ はそれぞれ4組の吸収検出機構3で計測された力である。また、X軸及びY軸の回りのモーメント $M_x$ 、 $M_y$ は、

$$M_x = \beta (P_1 - P_3)$$

$$M_y = \beta (P_2 - P_4)$$

により求めることができる。

【0030】更に、高剛性方向であるX軸方向及びY軸方向に働く水平力 $F_x$ 、 $F_y$ は、例えばストッパー31に歪ゲージ33を貼り付け、従来と同じ手法によって計測することが可能である。また、高剛性回転成分である鉛直軸（Z軸）の回りのトルクについても、同様にストッパーに貼り付けた歪ゲージによって計測可能である。このように得られた力及びトルク情報を制御装置32に取り込み、所望の各種制御を行なうことができる。

【0031】かくして第5実施例の検出装置1Eは、脚式ロボットの脚部のように、鉛直方向には衝撃力を吸収する必要があるが、水平方向にはその必要がない代わりに高剛性を求められるといったように、異方性の特性を必要とする場所に好適に使用することができる。あるいは、脚式ロボット以外であっても、ある軸方向には低剛性を、他の軸方向には高剛性を必要とする機構に用いる

ことができる。

【0032】

【発明の効果】以上に詳述したように本発明によれば、衝撃吸収手段と力検出手段とを一体化して使用することにより、大きな衝撃力が作用した場合でも破損するおそれのない低剛性力検出装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る低剛性力検出装置の第1実施例を概略的に示す斜視図である。

10 【図2】同じく第2実施例を示す斜視図である。

【図3】図2の断面図である。

【図4】本発明に係る低剛性力検出装置の第3実施例を概略的に示す斜視図である。

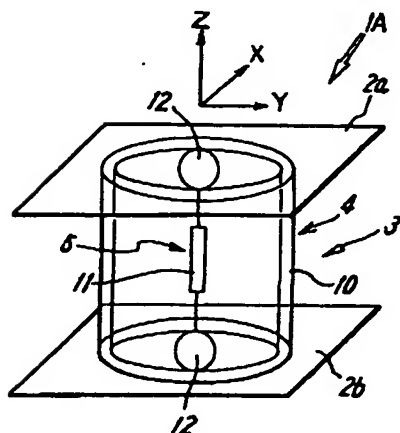
【図5】同じく第4実施例を示す斜視図である。

【図6】同じく第5実施例を示す斜視図である。

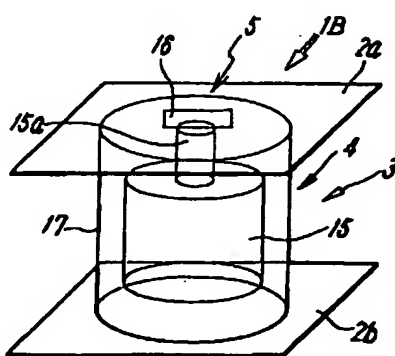
【符号の説明】

1A, 1B, 1C, 1D, 1E	低剛性力検出装置
2a, 2b	基板
3	吸収検出機構
4	衝撃吸収手段
5	力検出手段
10, 20	低剛性部材
11, 21	変位センサー
12, 22	ボールジョイント
15, 25	圧力チャンパー
16, 26	圧力センサー
30	凹部
31	ストッパー
32	制御装置
33	歪ゲージ
34	突条

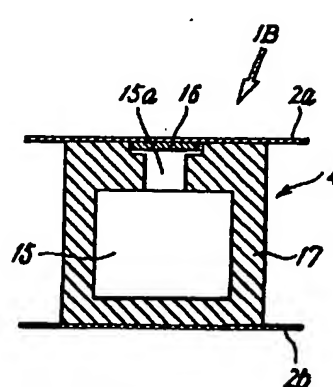
【図1】



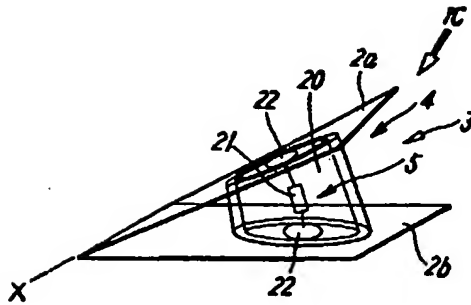
【図2】



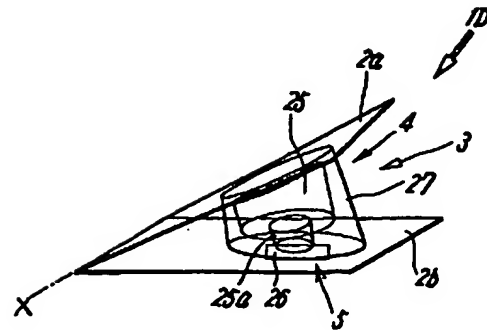
【図3】



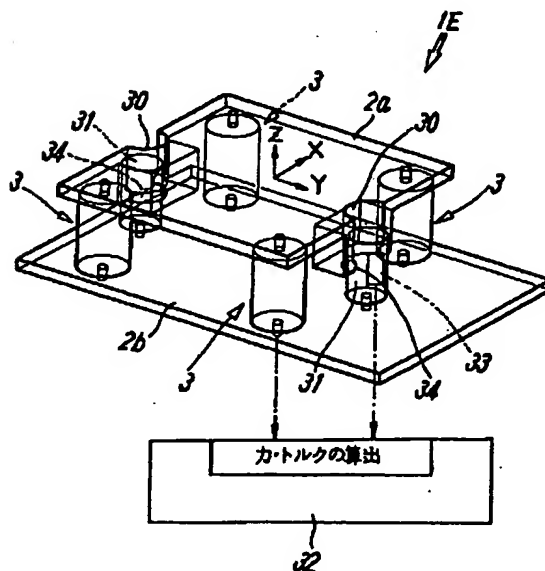
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 横井 一仁  
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法  
人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 梶田 秀司  
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法  
人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 金広 文男  
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法  
人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 藤原 清司  
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法  
人産業技術総合研究所つくばセンター内

- (72)発明者 比留川 博久  
茨城県つくば市東1-1-1 独立行政法  
人産業技術総合研究所つくばセンター内
- (72)発明者 太田 成彦  
東京都北区滝野川1-3-11 川田工業株  
式会社内
- (72)発明者 川崎 俊和  
東京都北区滝野川1-3-11 川田工業株  
式会社内
- (72)発明者 赤地 一彦  
東京都北区滝野川1-3-11 川田工業株  
式会社内

(72)発明者 五十棲 隆勝

東京都北区滝野川 1-3-11 川田工業株

式会社内

Fターム(参考) 3C007 CS08 KS34 KW03 KX12 WA12